

DEFECTOS EN PLANCHAS LAMINADAS DE ACERO UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE DOMOS PARA CALDERAS DE VAPOR EN LA INDUSTRIA AZUCARERA.

DEFECTS IN LAMINATE STEEL SHEETS USED IN THE DOMES MANUFACTURE FOR BOILERS STEAM IN THE SUGAR CANE INDUSTRY.

Autores: Ing. Eusebio V. Ibarra Hernández**, DrC. Alejandro B. Duffus Scott*

**CEQA. Facultad de Ingeniería Química, UCLV

*CIS: Facultad de Ingeniería Mecánica, UCLV

RESUMEN

Teniendo en consideración la importancia que reviste, dentro de la inspección a las calderas nuevas, el control de las planchas laminadas utilizadas en la fabricación de los domos, el trabajo relaciona los principales defectos que pueden encontrarse en estos productos laminados clasificándolos en función de su localización (defectos internos o superficiales) y en base a su procedencia (defectos que deben su origen al lingote o los producidos por el propio proceso de transformación). Además se hace una caracterización detallada de los principales defectos destacándose; la descripción del defecto, las causas que los provocan, el modo de detección y algunas recomendaciones.

SUMMARY

Take in account, the importance of the laminates sheets control used in the boiler steam dome fabrication, the article refer the mains defects in theses kinds of laminate products, classifying theses in internal and external in function of its localization in the laminate sheets and depending of its origins, in defects which its origin is due to the ingot or in defects due to the transformation. Furthermore the work gives a detailed characterization of one of the most important defects in laminate sheets.

Palabras Claves: Inspección en calderas, defectos en laminados, domos.

Key Words: *Boilers inspection, laminate defects, domes.*

Introducción.

El vapor encuentra amplio uso en la industria azucarera, tanto en los procesos de manufactura del azúcar como en la generación de energía eléctrica, de aquí la necesidad de mantener en muy buen estado técnico las calderas de vapor. Los domos, dentro de este

equipo, son uno de sus componentes de mayor importancia por el peso que llevan en el proceso de generación de vapor.

La inspección de calderas nuevas está regida por códigos y normas y se lleva a cabo desde que comienza la fabricación de las mismas con la comprobación de la certificación del taller productor, el examen de los diseños de la caldera y la revisión de los materiales que van a usarse en la construcción de la misma ^[7]. Además los inspectores deben cerciorarse de la certificación de los soldadores y los procesos de fabricación que serán usados. Por último se supervisará la prueba hidráulica de acuerdo con los requisitos del código

En el caso específico de la inspección a los materiales de fabricación, los inspectores analizarán las propiedades químicas y físicas del material y estas deben coincidir con los datos de chapa indicados por las empresas laminadoras y además satisfacer los requisitos de los códigos ^[7]. Todos los materiales deben ser calibrados o medidos para determinar si coinciden con las especificaciones del código.

Dentro de los materiales de fabricación las planchas, elementos claves en la fabricación de los domos, serán examinadas tanto superficial como interiormente con la finalidad de localizar los posibles defectos que puedan presentar. Por defecto se entenderá cualquier imperfección que pueda ocasionar el rechazo del producto laminado, tanto si es total como si es recuperable, por medio de operaciones de saneado ^[6].

Desarrollo.

Los defectos se han clasificado en internos y superficiales ^[6], figuras 1 y 2, pudiendo o no coincidir nuestra clasificación con la de otros autores por depender, en algunos casos, de cada criterio particular, pues puede haber defectos visibles en la superficie, cuyas causas o repercusiones pueden ser internas. Por consiguiente, el hecho de que un defecto se considere interno o externo no significa que afecte exclusivamente a la zona interna o a la superficial. Los defectos en productos laminados, internos y superficiales pueden dividirse, atendiendo a su origen, en defectos inherentes al lingote, es decir, los producidos principalmente durante la solidificación del acero líquido y defectos inherentes a la transformación ^[6], como transformación se entiende el conjunto de las operaciones posteriores a la solidificación, tales como, enfriamiento, calentamiento y conformado del material en la laminación o tratamiento térmico. Estos últimos pueden evitarse casi en su totalidad.

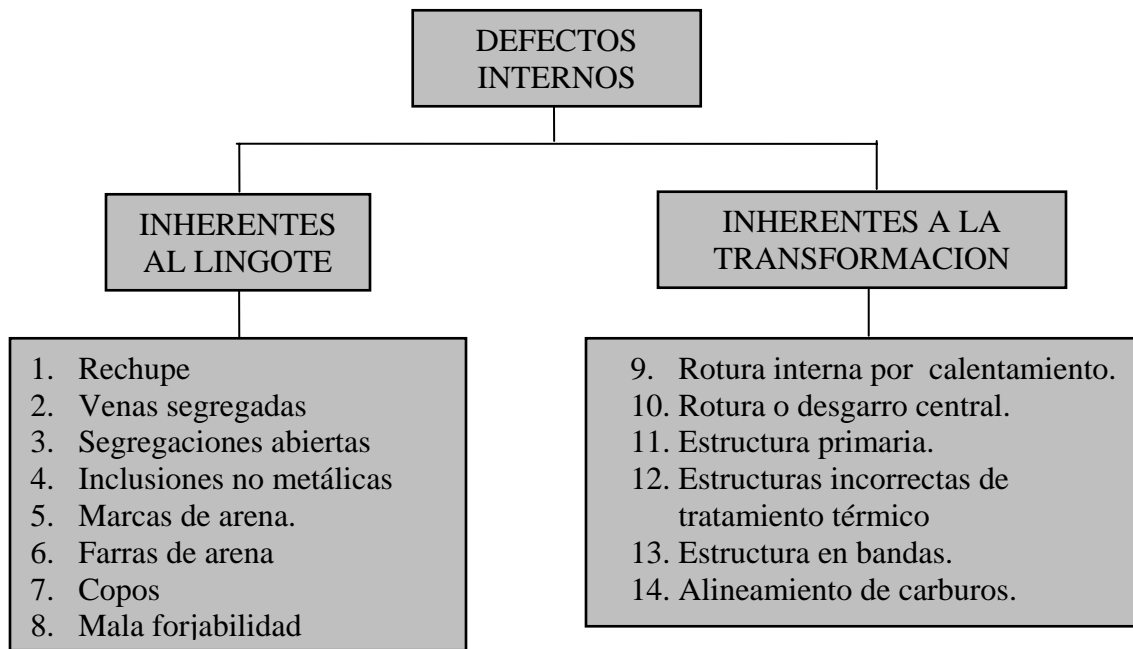


Fig. 1 Defectos internos en productos laminados

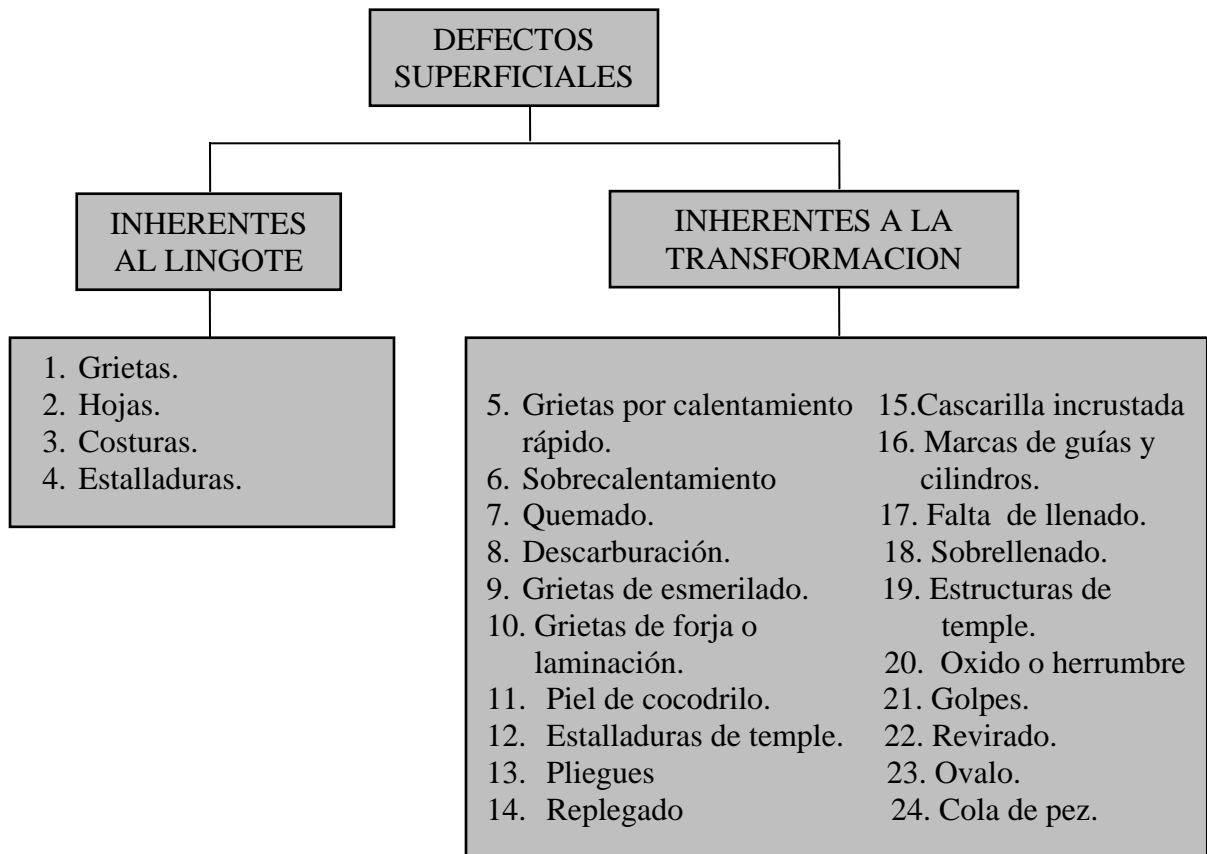


Fig. 2 Defectos superficiales en productos laminados

En el caso particular de los laminados tipo planchas ^[1], básicos para la fabricación de los domos de las calderas de vapor, la gran mayoría de los defectos mostrados en las figuras. 1 y 2 pueden presentarse en mayor o menor cuantía dependiendo en lo fundamental de las dimensiones de las planchas y sobre todo del espesor de estas. Nos resultaría imposible, en un trabajo de este tipo, hacer la caracterización de todos estos defectos por lo que nos referiremos a los de mayor incidencia sobre este tipo de laminado.

Dentro de los defectos superficiales en productos transformados ^[6], inherentes a la transformación, fig. 2, la **Cascarilla incrustada** (15) es un defecto típico de las planchas laminadas, conocido además como Rolled – in scale o drawn – in scale, se manifiesta bajo la forma de una especie de escamas o manchas negras de óxido de hierro, que se han formado durante el calentamiento del acero, y que han sido incrustadas en el material en las operaciones de deformación en caliente, ver figuras, 3, 4, 5 y 6. A veces el óxido de hierro se desprende y aparecen, sobre los productos acabados, huellas por caída de la cascarilla, observándose una falta de material.

Dentro de las posibles causas que pueden provocarlo tenemos el exceso de aire en los hornos de calentamiento, esto produce el aumento de cascarilla en los lingotes o semiproductos, teniendo también influencia la permanencia por demasiado tiempo a elevadas temperaturas. Un mal descascarillado entre pasadas del laminado, o una deficiente ejecución en la eliminación de cascarilla durante la forja, son las causas que provocan que quede incrustada en el material. La composición química puede tener su importancia en la eliminación de la cascarilla; los aceros CrNi dan un óxido de hierro muy adherente ^[6].

Durante la laminación tanto de perfiles como de chapas, se emplean para descascarillar pequeños chorros de agua a gran presión, lanzados a través de boquillas especiales sobre la superficie del acero al rojo, que hacen saltar la cascarilla. Este defecto puede ser detectado por examen visual directo sobre la superficie de los productos acabados. Después de un decapado se observan muy bien las huellas que dejan en la superficie el desprendimiento de la cascarilla.

Cuando el defecto es pronunciado, la calidad del producto disminuye considerablemente y es necesario eliminarlo por descortezado o mecanizado, siempre que la profundidad no sea superior a la tolerancia. En chapas puede producirse el rechazo, dependiendo de su utilización y exigencias superficiales, ya que la eliminación es difícil y costosa ^[6]..

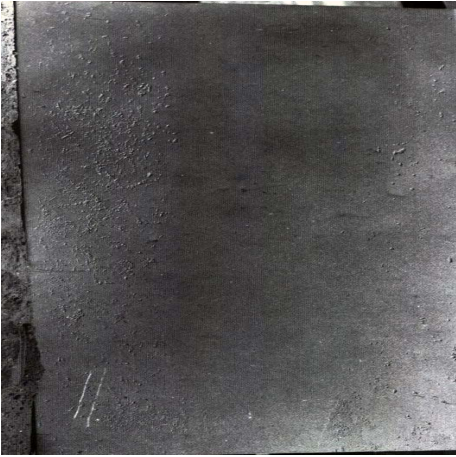


Fig. 3. Chapa de 2000 X 1000 X 10 mm de acero F-1140, donde se aprecian, después de un chorreado con granallas, huellas por caída de cascarilla.



Fig. 4. Oquedades ocasionadas por desprendimiento de cascarilla incrustada, en un producto plano de acero F-154, apreciables después de un chorreado



Fig. 5. Superficie que presenta una chapa de 20 mm de espesor de acero CrNiMo. Pueden observarse, después de un chorreado, las marcas dejadas por la eliminación de la cascarilla incrustada durante la laminación



Fig. 6. Trozo de chapa de 12 mm de espesor de acero al CrMnMo (C = 0.20 ; Mn = 1.25 ; Mo = 0.25), mostrando la diferencia de calidad superficial entre una zona con cascarilla incrustada y otra libre de ella. El material ha sido decapado.

El control de la calidad de los productos laminados, en general, está regido por normas y códigos que se establecerán en cada caso por acuerdo entre el fabricante y el usuario y en función del uso específico del material terminado ^[1] además se especifica de manera exacta la admisibilidad o no de un determinado tipo de defecto ^[4, 8]. En el caso particular de las

planchas laminadas destinadas a la fabricación de domos para calderas de vapor estas exigencias se multiplican por estar sometidos estos productos a elevadas presiones y temperaturas de trabajo y responder a las normas destinadas a estos tipos de elementos ^[4].

Según ^[1,2,4,5,7] todas las planchas serán revisadas para localizar defectos , **tales como costras de escoria, depresiones superficiales** ^[7], estos defectos serán permisibles cuando no excedan el límite de 101 mm en su longitud, o si la profundidad de la depresión es menor del 15 % del grueso de la placa, siempre que esta depresión no debilite la placa más que los lugares maquinados para la colocación de tubos. Las placas que presentan **hojas** (hojeadas) serán rechazadas. En donde es posible, la inspección se realizará antes de emplear el material. Se permite una tolerancia negativa de 0.25 mm, en el espesor prescrito del material.

Conclusiones.

1. Los laminados utilizados en la fabricación de domos de calderas de vapor , deben ser inspeccionados fundamentalmente por los siguientes métodos:
 - Inspección visual.
 - Líquidos penetrantes.
 - Partícula magnética
 - Ultrasonido
2. La admisibilidad de los defectos, detectados por los métodos relacionados en el punto 1 de estas conclusiones, estará en correspondencia con lo dictaminado por la norma correspondiente a los recipientes a presión

Bibliografía.

- 1- Alan De Napoli , Roy. Descripción del proceso realizado en la planta Gral. Savio. Universidad Nacional de Cuyo. Ingeniería Industrial. 2005 – 27p.
- 2- Moss, Dennis R. Pressure Vessel Design Manual, Elsevier, Inc. 3 rd ed, United States of America, 2004 – 499p.
- 3- Chávez B, Wilson; Paredes V, Cecilia; Pacheco. José. Causas de fallas en calderas. Revista Tecnológica. Volumen 17. No 1. Junio 2004.
- 4- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 1 y 8, Division 1. New York: American Society of Mechanical Engineers, 1992.--560p.

- 5- Azbel, David S; Nicholas P: Chemical and Process Equipment Design. Vessel Design and Selection, Edición Revolucionaria, Cuba, 1986.-- 2t.
- 6- Cacuso Charterina, Florencio; Merino Salceda Antonio: Álbum de defectos en lingotes y en productos forjados y laminados, Urmo, S. A. de Ediciones, España, 1981.-- 268p.
- 7- Shields, Carl D: Calderas tipo, características y sus funciones. Edición Revolucionaria, Cuba, 1975 – 716p.
- 8- ASME, V. Nondestructive examination, 2004.